

Oponentní posudek bakalářské práce

Vliv vytvrzovacích podmínek na změny mechanických vlastností svarů u slitiny AW 6005

Jméno studenta: Martin Kubín

Oponent bakalářské práce: Ing. Petr Meixner

Bakalářská práce byla zpracována na Katedře strojírenské technologie fakulty strojní Technické univerzity v Liberci v akademickém roce 2018/2019.

1. Popis zvoleného tématu

Bakalářská práce se zabývá vlivem vytvrzovacích podmínek na změny mechanických vlastností svarů hliníkové slitiny AW 6005. Hlavním cílem této práce bylo zjistit, jaký vliv má svařování a následné tepelné zpracování na mechanické vlastnosti svarů slitiny AW 6005. S ohledem na to, že se osobně zabývám svařováním slitin hliníku včetně jejich tepelného zpracování, hodnotím volbu tématu kladně.

2. Zpracování bakalářské práce

Bakalářská práce je rozdělena do třech částí a to: úvodní, teoretickou a experimentální. V úvodní části je zmínka o využívání slitin hliníku napříč průmyslem. Zde bych měl jednu malou výtku. Student zmiňuje, že „hliníkové materiály se stále častěji využívají v automobilovém a leteckém průmyslu právě za účelem redukce hmotnosti konstrukce.“ Zde mohu souhlasit pouze z části a to, že hliníkové slitiny skutečně zvyšují své zastoupení při výrobě automobilů. V oblasti leteckého průmyslu si dovoluji nesouhlasit. Například v oblasti civilního letectví, kde americký výrobce letadel Boeing u svého modelu 787 (Dreamliner) či evropský výrobce Airbus u modelu A350 využívají hliníkové slitiny co do hmotnostního podílu pouze z 20%. Více jak 50% z hmotnosti konstrukce je tvořeno kompozitním materiálem či sendviči. Důvodem je výborný poměr hmotnosti a pevnosti a jejich výborné antikorozi vlastnosti.

V teoretické části student popisuje výrobu hliníku, jeho fyzikální a chemické vlastnosti. V kapitole 2.1.2 bych rád vytkl nevhodnou formulaci ve větě: „Jejich nevýhodou je nemožnost tepelného zpracování pro zpevnění materiálu.“ Dalším nešvarem byla nevhodná posloupnost značení norem, které se vždy mají značit

vzestupně od národní po mezinárodní, čili ČSN EN ISO. V kapitole 2.3, kde je obecně rozebrána svařitelnost slitin vnímám jako nevhodné užití zkratky WIG namísto TIG, jež je takto definována právě v ČSN EN ISO 4063. Celkově bych doporučil více nastudovat slovní popisy metod TIG a MIG tak, aby zde nebyly zbytečné chyby. Student se taktéž zmínil o přídavných materiálech, jež jsou nejčastěji používány na svařování slitin typu AlMgSi. Zde bych ho rád doplnil, že se dnes v hojném zastoupení v praxi užívá přídavný materiál AlMg4,5Mn0,7, jehož svarový kov dosahuje nejvyšších pevností. Poslední komentář budu mít ke kapitole 2.4.2, kde je popisována metoda 141-TIG. Zde bych rád doplnil informaci, kde student popisuje, že „touto metodou lze svařovat bez použití přídavného materiálu“ o to, že tato teze platí pouze pro oceli, nikoliv pro slitiny hliníku, kde v tomto případě dochází ke vzniku trhlin za tepla.

3. Experimentální část

V úvodu experimentální části student popisuje hlavní cíl této práce, jímž bylo posouzení vlivu svařování na degradaci mechanických vlastností v TOO svarů u materiálu AW 6005 a posoudit možnosti využití tepelného zpracování k minimalizaci těchto účinků.

Dále student detailně popisuje základní materiál a jeho stav tepelného zpracování. V kapitole 3.2.1 bych vytkl užití termínu „zamezení praskání svarů“, kde by bylo vhodnější užít termín „zamezení vzniku trhlin za tepla“. Dále zde u technologického postupu postrádám popis přípravy povrchu svarových ploch, neboť by měl být součástí experimentu. Co si dovoluji studentovi vytknout je, absence jakéhokoliv obrázku z realizace experimentů, což vnímám jako nedostatek.

Co však kompenzuje zmíněné nedostatky je zvolené téma a experimenty, jež byly v této oblasti realizovány. Z hlediska návrhu konstrukcí z Al slitin je důležitá znalost chování a mechanických vlastností těchto materiálů v oblastech svarových spojů. Výsledky potvrzují teorii, kde je patrné, že v oblasti svarového kovu dochází jen k malým změnám tvrdosti, což je dáno použitím nevytvrditelného přídavného materiálu. Pro praxi jsou přínosnější výsledky, jež byl stanoveny u dvouvrstvého svaru. Zde byl jasně znatelný vliv vícenásobného teplotního cyklu. Dále je patrné, že při návrhu technologických postupů svařování těchto materiálů musí velmi opatrně zacházeno s předehříváním. Z jedné strany je předehřev výhodný z hlediska eliminace rychlosti ochlazování, pnutí a deformací, z druhé strany však podporuje vliv svařování na degradaci základního materiálu a rozšiřování TOO. K obnově mechanických vlastností

bylo nejprve aplikováno rozpouštěcí žíhání při teplotě 545°C s rychlým ochlazením do vody a následně umělé stárnutí při třech různých teplotách a časech. Nejlepších výsledků bylo dosaženo při umělém stárnutí za teploty 160°C po dobu 8 hodin. Avšak zde bych se rád pozastavil nad skutečností, že součástí plánovaných experimentů bylo využití tepelného zpracování k minimalizaci účinků svařování. Materiál AW 6005, jež byl použit pro vlastní experimenty, byl však ve stavu T6, což znamená, že byl již vytvrzen a se strukturou takového materiálu by se mělo zacházet jako finální. Co se týká mechanických vlastností po svařování, tak u těch by se mělo při návrhu konstrukcí z materiálu v tomto stavu počítat s nevratným poklesem mechanický vlastností v TOO zhruba o 30% a i s tím, že nejslabším článkem řetězce bude svarový kov. Navzdory tomu však návrh experimentu hodnotím celkově kladně, protože je více než zajímavý.

Při obhajobě prosím studenta o zodpovězení následujících otázek:

1. Proč se nemohou pro přídavné materiály na svařování Al-slitin používat kladky s trapézovým tvarem drážky?
2. Jaký je optimální výlet drátu pro průměr přídavného materiálu 1,2 mm?
3. Jakým způsobem lze v praxi kontrolovat správnost nastavení průtoku ochranného plynu?
4. Popište možnosti a způsoby měření teploty přehřevu u Al-slitin.

4. Hodnocení bakalářské práce

Bakalářskou práci pana Martina Kubína hodnotím, přes výše zmíněné výtky, mezi které se řadí například absence obrázků z vlastních experimentů, jako zdařilou. Doporučuji studentovi se z tohoto poučit a vyvarovat se těmto chybám v diplomové práci. Pro tu bych doporučil pokračovat ve výzkumu v této oblasti a svařovat slitinu AW 6005 ve stavu T1 s následnou aplikací umělého stárnutí a ve stavu T6 již bez následného tepelného zpracování. Data by bylo dobré porovnat vzájemně s těmi z bakalářské práce. Navíc dalším námětem by bylo, realizovat experimenty na koutových svarech.

V Jablonci nad Nisou dne 22. 07. 2019

Podpis:

Návrh na klasifikaci bakalářské práce

Martina Kubína



na téma:

Vliv vytvrzovacích podmínek na změny mechanických vlastností svarů u slitiny AW 6005

S ohledem na výše zmíněné skutečnosti doporučuji bakalářskou práci k obhajobě a hodnotím ji známkou:

„velmi dobře“

V Jablonci nad Nisou dne 22. 07. 2019

Ing. Petr Meixner